

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 85 (1967)
Heft: 47

Artikel: Baugrund und dessen Verbesserung (Zusammenfassung)
Autor: Schnitter, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-69581>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Aktuelle Methoden im städtischen Tiefbau

DK 061.3:624.13/19

Dies war das Thema einer Tagung, welche der Basler Ingenieur- und Architektenverein vom 7. bis 9. Juni 1967 in Basel durchgeführt hat und deren Vorträge hier in mehreren Heften wiedergegeben werden. Der Präsident des BIA, R. Egloff, dipl. Ing., richtete an die Teilnehmer folgende

Begrüssung

Diese Tagung bildet einen Teil des Weiterbildungsprogrammes des Basler Ingenieur- und Architektenvereins. Der BIA hat vor einigen Jahren mit der Durchführung von Weiterbildungskursen begonnen und seit 1961 insgesamt 9 Kurse organisiert. Hievon befassten sich drei mit Baufragen, ein erster mit Vorspannbeton, ein zweiter mit Rationalisierung im Hochbau und der dritte nun mit städtischem Tiefbau. Die andern 6 Kurse befassten sich mit der Verfahrens- und Regelungstechnik.

Die Kurse waren bisher immer sehr gut besucht, was zeigt, dass bei den in der Praxis stehenden Ingenieuren ein starkes Bedürfnis nach Weiterbildung besteht. Dies ist verständlich, ist doch die gesamte Technik einem raschen Wechsel und einer steten Entwicklung unterworfen, was die Praktiker zwingt, ihr Wissen ständig anzupassen. Dafür genügen Fachliteratur, Vorträge und Exkursionen allein aber nicht.

Leider steht dem grossen Bedürfnis nach Weiterbildung in der Schweiz nur ein sehr ungenügendes Angebot von etwa 1,5 bis 2 Kurs-tagen pro Ingenieur und Jahr gegenüber. Die Durchführung solcher Kurse ist weitgehend von der Initiative privater Organisationen abhängig, zu deren wichtigsten Aufgaben die Weiterbildung und der Erfahrungsaustausch unter den Praktikern gehören. Die Organisation und Durchführung von Kursen ist mit viel Arbeit und – bei ungenügender Beteiligung – mit finanziellen Risiken verbunden; eine gewisse Zurückhaltung gegenüber der Veranstaltung von Kursen ist deshalb verständlich. Es ist jedoch zu hoffen, dass in Zukunft die Hochschulen und die Industrien in stärkerem Masse als bisher – in Zusammenarbeit mit den Fachvereinen – für diese Aufgabe beigezogen werden können. Eine gewisse Verbesserung ergäbe sich schon dadurch, dass auch andere Sektionen des SIA mehr Kurse organisieren würden. Durch einen Austausch der Kurse von Sektion zu Sektion würde der Wirkungsgrad verbessert und die Arbeit könnte besser verteilt werden.

Das Thema der heute beginnenden Tagung ist nicht zufällig gewählt worden, sondern unter dem Eindruck der grossen tiefbaulichen Aufgaben, denen sich Basel und alle grösseren Städte in den nächsten Jahrzehnten gegenübergestellt sehen. Der Grund für die zu erwartende Zunahme der tiefbaulichen Arbeiten liegt in der Massierung der Bevölkerung in den Städten und der dadurch bedingten stärkeren Nutzung des städtischen Bodens. Da der Nutzung nach oben Grenzen gesetzt sind durch die Baugesetze, muss der Boden in

zunehmendem Masse in der Tiefe genutzt werden. Hochbauten mit drei und mehr Kellern sind heute normal, und viele unserer sogenannten Hochbauten sind zur Hälfte eigentlich Tiefbauten. Auch Verkehrsbauten, Expresstrassen, Parkgaragen und die Anlagen des öffentlichen Verkehrs müssen aus Platzmangel immer mehr unter den Boden gelegt werden. Neben dem Platzmangel sind es in den Innerstädten mit Bodenpreisen von 1000 Fr./m² und mehr auch wirtschaftliche Überlegungen, die trotz hohen Baukosten zu einer mehrgeschossigen Nutzung des Bodens führen. Es besteht deshalb kein Zweifel, dass dem städtischen Tiefbau in den nächsten Jahrzehnten eine ständig wachsende Bedeutung zukommen wird. Dies allein wäre Grund genug für die Durchführung eines Tiefbau-Kurses.

Es besteht jedoch noch ein weiterer Grund: Der Tiefbau ist dadurch charakterisiert, dass die Baumethoden von grösstem Einfluss auf die Konstruktion und die Kosten sind. Die schweizerische Unternehmenschaft ist ausgezeichnet installiert und bietet dem Ingenieur eine mannigfaltige Auswahl von Baumethoden an. Der optimale Einsatz dieser in der Regel sehr kostspieligen Installationen ist nur möglich, wenn der projektierende Ingenieur ihre Vor- und Nachteile kennt und über die technische und preisliche Entwicklung auf dem laufenden ist. Die Entwicklung geht im Tiefbau rasch voran; Methoden, die vor 5 Jahren noch zweckmässig waren, können heute schon überholt sein.

Die Tagung ist denn auch auf ein sehr grosses Interesse gestossen. Besonders freut uns, dass sich nicht nur Basler, sondern Kollegen aus der ganzen Schweiz, sogar aus dem Ausland gemeldet haben. Die Zahl der Anmeldungen war so gross, dass wir leider eine grössere Anzahl nicht mehr berücksichtigen konnten, weil trotz Notbestuhlung nicht mehr als 350 Zuhörer in diesem Saal Platz finden.

Zum Thema der Tagung ist festzuhalten, dass damit in erster Linie eine Gegenüberstellung aller heute aktuellen Tiefbaumethoden angestrebt wird, wobei die praktische Seite im Vordergrund steht – wenn möglich einschliesslich der Preise – und die Theorie nur soweit zur Darstellung kommen soll, als dies für das Verständnis nötig ist. Es ist selbstverständlich, dass damit eine ins einzelne gehende Behandlung des Stoffes, wie sie der mit dem Stoff bereits vertraute Spezialist wünschen mag, nicht möglich ist. Wir erwarten jedoch, dass an der am Schluss jedes Tages vorgesehenen Diskussion auch speziellere Themen angeschnitten und diskutiert werden.

Zur Gestaltung der Tagung ist zu bemerken, dass sie als ausgesprochene Arbeitstagung gedacht ist und deshalb auf gesellschaftliche Anlässe, Bankette, Empfänge und Damenflor verzichtet wird. Dies mag etwas unschweizerisch anmuten; ich glaube aber, dass die grosse Mehrheit der Teilnehmer darüber nicht unglücklich ist.

Adresse des Verfassers: Robert Egloff, dipl. Bau-Ing., in Firma A. Aegerter & Dr. O. Bosshardt AG, 4000 Basel, Malzgasse 32.

Baugrund und dessen Verbesserung (Zusammenfassung)

DK 624.138

Von Prof. G. Schnitter, ETH, Zürich

Einleitung

Mein einleitendes Referat zur dreitägigen Tagung über «Aktuelle Methoden im städtischen Tiefbau» bezweckt, Ihnen in kurzen Zügen einige der wesentlichsten Grundlagen zur Beurteilung eines Baugrundes in Erinnerung zu rufen. Mein Ziel in diesem Vortrag ist also nicht, ein spezielles Einzelproblem vertiefend zu behandeln.

Am Anfang jeder Inangriffnahme einer tiefbaulichen Aufgabe steht die *Erkundung des Baugrundes*. Genügend tief unter die voraussichtliche Fundamentkote reichende Bodenaufschlüsse mit Entnahme ungestörter Bodenproben und deren Untersuchung in einem dafür ausgerüsteten Erdbaulabor zur Bestimmung der wichtigsten Bodenkennziffern sind die unumgängliche Voraussetzung jeder ingenieurmässigen Behandlung eines Gründungsproblems. Umfang und damit Kosten solcher Untersuchungen richten sich nach der Bedeutung des

Bauwerkes und der voraussichtlichen Natur des Baugrundes, welches letztere aus der allgemeinen örtlichen Geologie hervorgeht. Wichtig ist dabei, sich gleichzeitig über Vorkommen, Stand und Schwankungen eines allfälligen Grundwasserspiegels Rechenschaft abzulegen. So bekannt diese Forderungen auch sind, so oft wird dagegen verstossen. Ohne Kenntnis der Kennziffern zu arbeiten, Werte wie z.B. Reibungswinkel oder sogenannte zulässige Bodenpressungen nur aus Büchern, Normen oder dergl. zu entnehmen, ist höchstens noch für kleinere Bauten angängig (siehe diesbezüglich das Tabellenwerk über Stützmauern, herausgegeben von der VSS 1966, Bd. 1, Tabellen auf S. 162 bis 163; beachte starke, angegebene Streuungen der Werte, z.B. der Reibungswinkel).

Die wesentlichsten Kennziffern sind Kornzusammensetzung und gegebenenfalls die Konsistenzgrenzen und damit die Klassifikation

der angetroffenen Bodenarten, Raumgewicht und Wassergehalt, der Durchlässigkeitsbeiwert nach Darcy, die Scherfestigkeit, d.h. die Kohäsion und der Winkel der inneren Reibung und bei bindigen Böden die Porenwasserspannungen sowie der Zusammendrückungsmodul M_E (Steifefiziffer E_s). Je genauer diese grundlegenden Werte bestimmt werden, d.h. werden können, desto besser. Leider lässt die heutige Technik der Entnahme von Proben sowie jene der Bestimmung des M_E -Wertes und der Scherfestigkeitsparameter noch viele Wünsche offen, und wir sind noch weit davon entfernt, diese fundamentalen Grössen einwandfrei quantitativ bestimmen zu können. Diese Tatsache ist betrüblich aber wahr und muss jedem, der sich mit erdstatistischen Berechnungen abgibt, bewusst bleiben. Eine zu weit getriebene Rechengenauigkeit erhöht nur scheinbar unser Wissen über das tatsächliche Verhalten eines Grundkörpers. Jede erdstatistische Untersuchung ist eine grobe Approximation aufgrund eines stark idealisierten Modelles und oft nur ungenau bestimmbarer Kennziffern. Eine wiederholte Berechnung nach einfachem Schema unter Variation der im Einzelfalle massgebenden Parameter zur bestmöglichen Eingabelung des wahrscheinlichsten Resultates zählt mehr als eine einmalige raffinierte Berechnung.

Von jeder Gründung – dieser Begriff sei sehr weit gefasst – verlangen wir, dass sie das auf ihr zu errichtende Bauwerk zu tragen vermöge. Unsere erste Forderung geht somit nach genügender Tragfähigkeit des Baugrundes. Doch damit allein ist uns nicht gedient, denn unser Bauwerk soll auch keinen Schaden leiden infolge zu grosser Nachgiebigkeit des Baugrundes. *Tragfähigkeit und Setzungsanfälligkeit* eines Bodens erfordern somit unser vordringliches Interesse. Beide zusammen bestimmen den aus der Statik fester Körper wie Stahl und Stahlbeton übernommenen Begriff der zulässigen Bodenpressung. Um es vorweg festzuhalten: diese hängt nicht nur von den Eigenschaften des Bodens selbst, sondern auch von der Form und der Grösse des Grundkörpers, seiner Einbindetiefe sowie von der Art der Belastung ab.

Tragfähigkeit

Unter steigender Belastung sinkt ein Grundkörper infolge seiner Zusammendrückbarkeit nicht nur ein, sondern es bilden sich unter ihm mehr oder weniger ausgeprägte Gleitbereiche, in denen die Scherfestigkeit des Bodens überwunden wird. Die Gründung versinkt, wobei das Erdmaterial seitlich hochgedrückt und ausgequetscht wird: statischer Grundbruch, Überschreitung der Tragfähigkeit bei Erreichen der Bruchlast, ohne weiterer Steigerung der äusseren Belastung. Die zurzeit übliche allgemeinste Tragfähigkeitsformel ist auf Bild 1 dargestellt. Die dimensionslosen Faktoren N der dreiteiligen Formel hängen ausschliesslich vom Winkel der inneren Reibung ab und ändern sich mit demselben sehr stark, d.h. also, dass die Tragfähigkeit in erster Linie von der Scherfestigkeit des Baugrundes abhängig ist. Ausserdem ist ersichtlich der günstige Einfluss der Tiefe eines Fundamentes und dessen Breite. Die dargestellte Formel deckt sich nur teilweise mit den Resultaten von Messungen und darf deshalb nicht als endgültig gesichertes Ergebnis aufgefasst werden.

Setzungsvoraussetzungen

Mit *Setzung* bezeichnet man die lotrechten, durch Zusammendrückung zusammendrückbarer Bodenschichten entstehenden verti-

kalen Verschiebungen. Zusammendrückbar ist dabei ein relativer Begriff. Ein felsiger Untergrund im städtischen Tiefbau z.B. darf bei den wenigen kg/cm^2 betragenden spezifischen Belastungen als unzusammendrückbar angenommen werden, während dies für die Widerlager und Fundamente z.B. einer Staumauer nicht mehr zutrifft. Zu unterscheiden sind gleichmässige Setzungen und unterschiedliche Setzungen. Bei den gleichmässigen Setzungen bewegt sich jeder Punkt des Grundkörpers um das gleiche Mass. Sie sind für den Spannungszustand im Aufbau ungefährlich, können aber den Gebrauchswert des Objektes herabsetzen. Unterschiedliche Setzungen treten auf bei unterschiedlichen Bodenpressungen oder bei heterogener Zusammensetzung des Baugrundes. Rissbildungen können die Folge sein mit Gebrauchseinschränkungen und Wertverminderung des Bauobjektes oder gar mit dessen teilweiser oder ganzer Zerstörung.

Das Setzungsausmass ist abhängig vom Baugrund, den Sohlenpressungen und deren Verlauf, den Abmessungen des Grundkörpers und von der Steifigkeit des Grundkörpers und Bauwerkes. Neben dem Setzungsausmass spielt auch der zeitliche Ablauf der Setzung eine bedeutsame Rolle. In nicht bindigen Böden treten die Setzungen mit dem Aufbringen der Last kurzfristig ein, während bei bindigen Böden der Setzungsvorgang lang andauert: Konsolidationsprozess. Jede Setzungsprognose ist jedesmal ein mehr oder weniger gewagtes Unterfangen. Genauigkeit ist anzustreben, bleibt aber relativ, vornehmlich deswegen, weil die versuchstechnische Bestimmung der Zusammendrückbarkeit des Bodens noch mit vielen grundsätzlichen und versuchstechnischen Fehlern behaftet ist und die Theorie der Setzungsberechnung der heterogenen Natur des Baugrundes nicht genügend Rechnung tragen kann.

Baugrundverbesserung

Die einfachste Methode, einen vorhandenen Baugrund zu ändern, besteht in der *Entfernung ungeeigneter Bodenschichten* und deren Ersatz durch kiesig-sandige Böden. Diese sind in einzelnen Schichten einzubringen und mechanisch zu verdichten. Im grossen Stil wurde diese Methode seinerzeit beim ersten Ausbau der Flugpisten in Kloten angewandt.

Bei Hochbauten auf setzungsanfälligen Böden ist es oft vorteilhaft, das Gebäude durch Unterkellerung so tief zu gründen, dass das *Gewicht des Aushubes* einermassen dem Gewicht des Aufbaues entspricht, wodurch die Neubelastung nur geringfügige neue Setzungen erzeugt.

Vorbelastungen dienen in ähnlicher Weise dazu, Setzungen vorweg zu nehmen. Sie sind wirksam, sofern sie genügend lange vor Baubeginn aufgebracht werden können. In städtischen Verhältnissen dürfte die dafür vorhandene Zeitspanne meist nur kurz sein, so dass in solchen Fällen eine Vorbelastung nur bei locker gelagerten, kiesigsandigen Böden Erfolg verspricht.

Die mechanische Verdichtung von Böden beruht im wesentlichen auf der Verringerung seiner Porosität oder, was gleichbedeutend ist, in der Erhöhung seines Raumgewichtes. Damit erhöht sich seine Scherfestigkeit, also auch, nach vorhergehendem, seine Tragfähigkeit, und verringert sich seine Zusammendrückbarkeit, d.h. seine Setzungsanfälligkeit. Der Boden wird in steigendem Masse nicht nur als Baugrund, sondern auch als Baumaterial angewandt. Künstliche Ablagerungen in Form von Anschüttungen, Dämmen, Auffüllungen usw. nehmen an Bedeutung ständig zu und haben ausgedehnte Untersuchungen über das Wesen der künstlichen Verdichtung und die Konstruktion einer Anzahl von neuen Geräten hervorgerufen. Auf die vornehmlich im Strassen- und Dammbau verwendeten Geräte braucht in diesem Zusammenhang nicht eingegangen zu werden (siehe das Normenblatt SNV 40374 der VSS vom Juli 1959). In nichtbindigen Böden sind vibrierende Geräte, in bindigen Böden drückende und knetende Geräte anzuwenden. Die Vibrationswalze hat sich in körnigen Böden bestens bewährt, ihre Konstruktion hat sich in den letzten Jahren wohl am stärksten entwickelt. Die Vibration hebt die Reibung zwischen den Einzelkörnern auf und führt zu einer dichteren Packung. In bindigen Böden mit Kohäsion ist die Vibration meistens wirkungslos oder schwach.

Die Stärke der einzubauenden und zu verdichtenden Einzelschicht hängt ab von der maximalen Korngrösse des verwendeten Materials und vom Geräte. Gewöhnliche Walzen haben eine sehr geringe, schwere, luftbereifte Gummiradwalzen (Pneudrücke bis 7 kg/cm^2) eine grössere Tiefenwirkung, Schaffusswalzen mit Flächenpressungen von 30 bis 40 kg/cm^2 liegen in ihrer Wirkung etwa dazwischen. Die grösste Tiefenwirkung von gegen 80 bis 100 cm erzielen Vibrationswalzen. Im Einzelfalle ist es meistens eine Frage des wirtschaftlich-

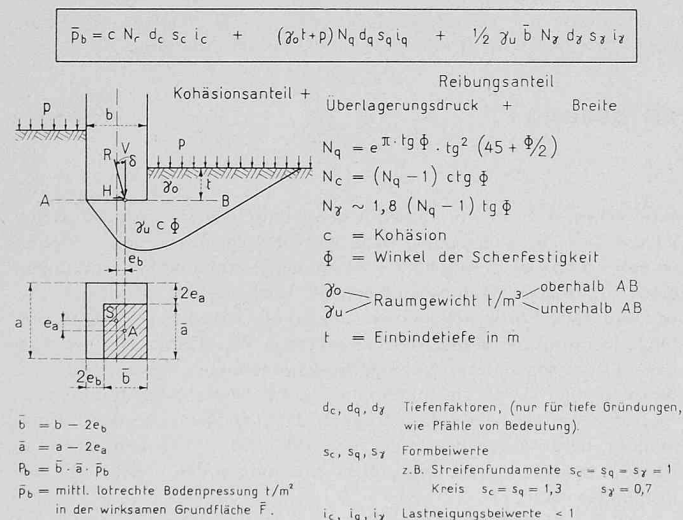


Bild 1. Uebliche, allgemeinste Tragfähigkeitsformel

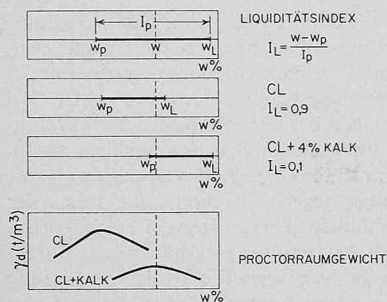


Bild 2. Liquiditätsindex

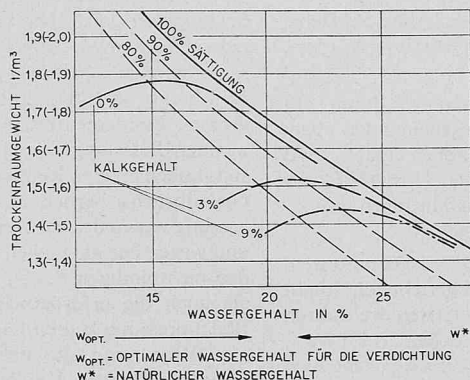


Bild 3. Einfluss des Kalkgehaltes auf das Proctorraumgewicht

